



**Argumentaire pour un dispositif prioritaire CIRAD  
au Kenya / Afrique Orientale**

**Vers un projet scientifique partagé...**

**Pascal Clouvel**

**URSCA - PERSYST**

**Janvier 2010**

## **Argumentaire pour un dispositif prioritaire CIRAD au Kenya / Afrique Orientale**

Ce travail est une commande du département PERSYST pour qu'un pôle régional CIRAD émerge au Kenya, avec un rayonnement en Afrique Orientale et peut-être en Afrique Australe. Le texte ci-après s'attache à (i) décrire la diversité des milieux physiques et humains représentés, (ii) illustrer la richesse de l'environnement scientifique et institutionnel, et (iii) livrer une lecture des projets en cours et de propositions individuelles recueillies au sein de PERSYST afin de cerner ce qui pourrait être le projet scientifique du dispositif. Ce document représente un propos d'étape vers un projet scientifique trans-départements CIRAD.

### **1. Des milieux physiques et humains contrastés**

Sur une superficie de 583.000 km<sup>2</sup>, le Kenya présente une grande diversité de paysages en lien avec le relief et la pluviosité. Avec une pluviosité annuelle variant de 200-400 mm dans l'Est et le Nord du pays à plus de 1600 mm dans l'Ouest et le Centre, la disponibilité temporelle et spatiale de l'eau conditionne la production primaire et par voie de conséquence la distribution des écosystèmes et des activités agricoles (Annexe I, cartes 1, 2 et 3). La zone cultivée s'étale des régions d'altitude du Centre et de l'Ouest du pays (26% du territoire au dessus de 1200 m d'altitude), à fort potentiel de production, jusqu'aux régions de basse altitude à vocation d'agropastoralisme caractérisée par un faible cumul de pluie et une forte variabilité intra et interannuelle. Cette zone et les écosystèmes associés couvre 19% du territoire national. Les forêts denses se rencontrent dans les régions montagneuses de l'intérieur ou sur une frange côtière le long de l'océan Indien où la pluviosité est la plus forte (1,7 % du territoire). Les zones de forêt claire et de savane boisée (Bush and woodland) et les formations ouvertes de type savane arborée, arbustive et/ou herbeuse (Savanna and grassland) occupent respectivement 36 et 39% du territoire. L'élevage est partout pratiqué dans ces zones, avec des densités de troupeau plus élevées dans les régions les plus humides et autour des points d'eau permanents, et sous forme d'élevage transhumant dans les zones arides du Nord et de l'Est du pays.

Dans un contexte où l'agriculture emploie 80% de la population (le pays compte officiellement 40 millions d'habitants à ce jour), celle-ci se retrouve principalement concentrée dans les zones cultivées. Les densités de population les plus élevées correspondent aux régions à forte productivité avec des niveaux dépassant 600 habitants par km<sup>2</sup> dans les central Highlands entre Nairobi et Mt Kenya, autour du lac Victoria, et dans une moindre mesure sur la frange côtière autour de Mombasa. Dans ces zones fortement peuplées, le paysage agricole prédomine largement et occupe plus de 70% de l'espace rural (Annexe II, cartes 1 et 2). Les écosystèmes urbains, en constante expansion, occupaient 0.2 % du territoire en 2006, avec des populations atteignant respectivement 2.8 (auxquels s'ajoutent 1 à 2 millions habitants des bidonvilles, non comptabilisés) et 0.8 millions d'habitants à Nairobi et Mombasa, 260.000 habitants à Nakuru et 220.000 à Eldoret et Kisumu. Les densités de populations des zones arides et semi-arides sont faibles en général, et concentrées autour des agglomérations, des marchés et des zones de réfugiés à la frontière avec la Somalie et le Soudan. Enfin, le Kenya dispose de 59 parcs nationaux et réserves naturelles qui occupent 11 % de la superficie du pays et attirent chaque année un grand nombre de visiteurs.

La majeure partie de la production agricole est assurée par environ 5 millions de petits producteurs cultivant une moyenne de 2 à 3 ha en productions vivrières et de rente. Parmi ceux-ci, 2,9 millions pratiquent une agriculture de subsistance sur moins d'1 ha. L'élevage est pratiqué partout dans le pays, de façon extensive pour la production de viande dans les zones

arides et semi-arides et intensive ailleurs, où la production laitière assure un revenu substantiel à plus de 600.000 producteurs. L'horticulture et les cultures vivrières représentent 65% du produit intérieur brut généré par l'agriculture. L'horticulture et les cultures de rente (café, thé...) représentent 90% des exportations agricoles.

*Par rapport aux pays partenaires traditionnels du CIRAD en Afrique de l'Ouest et du Centre, le Kenya présente une très grande diversité de conditions milieux. Dans les zones à fort potentiel de production, l'organisation spatiale en petites exploitations individuelles et l'omniprésence de haies confèrent aux paysages une structure particulièrement intéressante pour l'étude des services des écosystèmes. En condition de pression foncière très forte, l'intensification de la production agricole est une priorité pour assurer une demande en constante croissance et le respect des aires protégées, de plus en plus menacées. Or, comme partout ailleurs en conditions d'agricultures familiales, la prise en compte des risques (climat, marché etc.) s'accompagne plutôt de pratiques extensives. Dans les zones arides et semi-arides, où la densité de population mais également les potentialités du milieu sont moindres, c'est une augmentation des surfaces agricoles qui est programmée.*

## **2. Un environnement scientifique et une ouverture sur le monde exceptionnels**

Sur le plan politique et économique, l'appartenance du Kenya aux organisations internationales et groupements régionaux contribue à la position centrale de ce pays comme interlocuteur dans la région. Le Kenya est, en effet, membre de l'E.A.C. (East African Community), du Commonwealth, de l'O.N.U., de l'U.A. (Union Africaine), du C.O.M.E.S.A. (Common Market of Eastern and Southern Africa), et de l'I.G.A.D.D. (Intergovernmental Authority on Drought and Development). En tant que pays A.C.P., le Kenya est lié à l'Union Européenne par l'accord de Cotonou. Bien que son économie ait été fortement affectée par les événements de 2008, le Kenya demeure le poids lourd économique de la sous-région et le moteur de l'intégration régionale au sein de la communauté est africaine (EAC). Ce dynamisme (4% de taux de croissance prévu en 2009) est toutefois à mettre en regard d'une forte inégalité sociale avec plus de 50% de la population pauvre à très pauvre.

En matière de développement, la forte présence des agences des Nations-Unies et des centres du CGIAR contribuent au rôle pivot de ce pays et d'interlocuteur privilégié dans la région. L'UNEP (allias PNUE) et UN-HABITAT ont leur direction générale à Nairobi, le PNUD/UNDP, l'UNESCO et d'autres agences y ont leur représentation. En corollaire sur le plan des communications, et en raison de l'activité touristique du pays, Nairobi est une plaque tournante du transport aérien vers les capitales régionales et l'international.

Sur le plan scientifique, les centres de recherches internationaux comme l'ICRAF, l'ILRI, l'ICRISAT, le TSBF-CIAT avec lesquels le CIRAD collabore y ont soit leur direction générale, soit une représentation, de même que l'International Centre of Insect Physiology and Ecology (ICIPE). Les établissements de recherche nationaux sont mieux pourvus qu'ailleurs en Afrique. Ainsi, le Kenya Agricultural Research Institute (KARI), partenaire incontournable pour le CIRAD, compte près de 1000 agents, chercheurs.

Le pays dispose d'universités publiques et privées distribuées dans les principales grandes villes du pays, dont plusieurs de bonne réputation : l'université de Nairobi, le Moi University à Eldoret, L'université d'Egerton près de Nakuru, l'université agricole de Jomo Kenyatta et la Kenyatta University, pour les secteurs agricoles et de l'environnement qui intéressent le CIRAD. Le dynamisme du pays se retrouve dans l'aptitude de la recherche à s'organiser pour

répondre aux appels d'offres, le Kenya et l'Afrique du Sud étant les pays d'Afrique Sud Sahélienne qui décrochent le plus grand nombre de projets européens.

*Une telle concentration d'organismes de recherche dans le pays donne l'opportunité au CIRAD de partager des terrains et thématiques avec une communauté scientifique anglophone très active. La qualité et la densité des travaux qui y sont conduits se traduisent par une grande richesse en matière de base de données et d'informations géoréférencées, dont les cartes utilisées en Annexe I et II donnent une illustration : « Kenya thus has the capacity and information to map poverty and other dimensions of well-being across the country and at a scale that allows meaningful examination of its location, the ecosystem services that are nearby, and some indication of how those services influence life in Kenya »*

### **3. Les projets de recherche du CIRAD au Kenya**

Pour la plupart conduits en réseau, ces projets mobilisent les trois départements du CIRAD et 12 unités de recherche (Annexe III). Ils associent des instances locales de recherche agricole et météorologique (KARI, KEFRI, KMFRI, ICPAC), des universités (Nairobi, Kenyatta, MOI), des centres internationaux (ICRAF, CIAT/TSBF, ICRISAT, CIMMYT, ILRI, ICIPE) ainsi que d'autres organismes de recherche française (IFRA, IRD). Ils associent également deux autres pays d'Afrique Orientale, l'Ouganda et l'Ethiopie, de nombreux pays d'Afrique de l'Ouest et Centrale, le Malawi, le Zimbabwe et l'Afrique du Sud en Afrique Australe, le Maroc et la Tunisie pour le Maghreb ainsi que Madagascar. Ils associent enfin des Universités du Nord au premier rang desquelles la WUR.

Afin de présenter les traits principaux de ces différents projets, de nature et objectifs contrastés, une grille d'analyse commune est proposée, en cohérence avec le choix stratégique de l'intensification écologique.

*Cette grille s'appuie sur une représentation du "système socio-écologique" (SSE), proposée par Locatelli et al. (2008) pour les systèmes forestiers et élargie par Dounias et al. (2009) aux agro-systèmes concernés par les agricultures familiales, c'est-à-dire un ensemble d'interactions dynamiques liant une société à l'écosystème sur lequel elle agit, pour la fourniture de services (Annexe IV, figures 1 et 2). Ce système est ouvert à des facteurs exogènes qui influent sur les SSE, de nature bio-physique à l'exemple du changement climatique, ou socio-économique à l'exemple des politiques publiques. Dans le cadre de l'exercice d'analyse, cette représentation générique est utilisée en regard des espaces explorés par les projets que sont la parcelle cultivée/la plantation, la culture/production (caféier, maïs, forêt, pâturages...) et le paysage. L'écosystème considéré est caractérisé par le couple "formation végétale – espace" (Annexe IV, figure 3). Les projets de recherche, décrits selon cette grille, sont regroupés au sein d'un tableau récapitulatif (Annexe V) dont les colonnes correspondent aux différents facteurs, propriétés et relations des SSE présentés en figure 1 de l'Annexe IV.*

#### **Projets en cours et en démarrage**

En termes de formation végétale, les projets actuels et en cours de démarrage portent principalement sur les zones cultivées, avec quelques projets concernant les savanes arborées arides et semi-arides et la forêt, et ceci aux espaces de la parcelle/plantation et de la culture/production (approche filière gomme arabique, café, céréales vivrières et élevage). Parmi les facteurs de vulnérabilité considérés, on observe une attention particulière vis-à-vis

de (i) la perte d'aptitude du milieu à produire, le sol en particulier par rapport à la production primaire, et l'effet des bioagresseurs sur la production de « food services », et (ii) l'efficacité d'utilisation des ressources par les acteurs, en lien avec leur organisation.

L'amélioration de l'aptitude du milieu à produire est recherchée (Action) par l'introduction de légumineuses (acacia / ACACIAGUM, niébé / MICROBES, plantes de couvertures / CA2Africa), les techniques de l'agriculture de conservation et de l'agroforesterie pour l'activation des services de « nutrient cycling » et la régulation des flux d'eau. Elle est également recherchée en lien avec la recolonisation des milieux forestiers dégradés (FOREIM).

Concernant le contrôle des bioagresseurs, on note la mobilisation de l'agroforesterie pour la régulation d'une maladie du caféier (Anthracnose / CAFNET), ainsi qu'un intérêt envers les savoirs locaux en la matière (Thèse savoir locaux UR102). Par rapport à l'intérêt du Kenya vis-à-vis des OGM, sur céréales alimentaires notamment, le projet BBI s'intéresse aux risques de flux de gènes dans les populations végétales sauvages et cultivées.

En matière d'efficacité d'utilisation des ressources (eau, sol, génétique...), on remarque l'attention portée à (i) la capacité d'adaptation des acteurs en lien avec les savoirs locaux et les processus d'innovation (JOLISAA, ATP-APRS) ainsi (ii) qu'aux facteurs exogènes liés au marché, à la performance des filières et aux politiques publiques (ICARE, AIDA). Enfin, l'effet du climat, comme facteur de variabilité intra et interannuelle de disponibilité de la ressource hydrique, est abordé dans le projet PICREVAT, en vue d'améliorer la prise de décision des agriculteurs dans la conduite des cultures.

### ***Propositions et projections***

A la lumière de son expérience sur le terrain Kenya, F. Pinard (UR31) recommande de prendre en compte les facteurs socio-économiques qui déterminent le comportement des acteurs vis-à-vis des produits de la recherche, endogènes en lien avec leur perception des systèmes SSE et l'innovation et exogènes par rapport au marché et politiques publiques.

La proposition de P. Vaast (UR80) s'appuie sur la nécessité de prendre en compte le changement climatique comme facteur exogène impactant les SSE. En sus des services évoqués plus haut (CAFNET), P. Vaast propose l'agroforesterie pour améliorer la résilience des écosystèmes au travers notamment de la régulation de l'eau, et plus généralement des services liés à la biodiversité (contrôle des bioagresseurs).

B. Bertrand (Correspondant filière café) appuie cette proposition en l'ouvrant à d'autres filières et services (climate regulation / C storage), en lien avec la promotion de l'agroforesterie, mais aussi de l'ensemble des techniques dévolues à l'augmentation de la biodiversité au niveau de la parcelle/plantation (cultures associées, agriculture de conservation etc.).

La collaboration de l'UR102 avec le Kenya Sugar Research Foundation (KESREF) en matière de modélisation et de spatialisation s'applique à l'organisation des sociétés sucrières pour l'estimation de la production et la gestion des approvisionnements sur un bassin d'usine. L'affectation de P. Silvie à l'ICIPE s'inscrit dans la poursuite des travaux de P. Campagne (IRD), relatifs à l'impact des OGM sur l'entomofaune associée aux céréales vivrières (herbivores, parasitoïdes et prédateurs) et à la culture cotonnière, ainsi qu'à la durabilité de l'effet des toxines en matière de contrôle des bioagresseurs. Le poste d'agro-écologue proposé en recrutement par l'UR102 intéresse les services des écosystèmes en matière de support

(gestion de la fertilité des sols) et de régulation (pest and water), en lien avec une organisation fonctionnelle du paysage.

Avec l'affectation de T. Martin à l'ICIBE, l'UR 103 s'intéresse au comportement et à l'évolution de l'entomofaune en réponse à l'application de filets imprégnés ou non (pesticide ou répulsif) sur les cultures maraichères à forte valeur ajoutée (fleurs) et les légumes. Ces techniques de lutte questionnent sur la gestion des populations résistantes aux pesticides, sur leur couplage avec la lutte biologique et la durabilité en matière de revenu des producteurs.

Enfin, sous réserve que le projet MULTICAP déposé tout récemment par P. d'Aquino soit accepté, l'UPR GREEN interviendrait au Kenya en collaboration avec le KARI et RUFORUM (Regional Universities Forum for Capacity Building in Agriculture), regroupant 25 universités d'Afrique de l'Est et du Sud, pour : « Developing multi scale stakeholder capacity for integrated management of natural resources and sustainable development in Africa ». Pour le Kenya, les ressources étudiées sont l'eau à l'échelle d'un bassin versant et l'arbre en milieu péri-urbain.

Ces propositions et projections sont reportées en Annexe V.

#### **4. Discussion et émergence d'un projet scientifique**

L'extrait suivant du plan triennal 2009-2012, émanant du ministère de l'agriculture, inscrit clairement la gestion des ressources naturelles et les services écosystémiques comme une priorité de développement nationale. On notera que la formulation du texte à vocation économique et politique emprunte les concepts de l'écologie, ce qui conforte le choix de la grille d'analyse adoptée.

*“The impact of the environment in the national economy is often understated. In reality environment has far-reaching implications on the economy. Sound environment management results in preservation of natural resources thus assuring continuous supply of environmental goods and services for business and local communities. In addition, proactive management of the environment pre-empts and mitigates calamities and occurrences e.g. drought, floods and global warming, which would take up a lot of resources to deal with their eventualities. Kenya's natural resources play a vital role in economic growth and poverty reduction. About 42% of Gross Domestic Product is derived from natural resource based sectors such as: agriculture and forestry, tourism, mining, water and energy. They also account for about 37% of wage employment and 49% of total export earnings. Concomitantly, environment provides a foundation for human survival and livelihood through provision of food, air soil and other life support materials. Their development and management is therefore of priority in the development process”.*

La plupart des projets internationaux en cours comportent un double volet biophysique, relatif au fonctionnement de l'écosystème considéré, et socio-économique (Annexe V). Toutefois, en raison d'une segmentation des tâches en work-packages, cet affichage masque souvent l'absence d'approche pluridisciplinaires qu'il serait nécessaire d'adopter pour aborder la question de l'adaptation des SSE au changement. Il semble d'ailleurs qu'à l'occasion de leur dernière évaluation, il ait été conseillé à l'ICRAF de mieux prendre en compte les aspects socio-économiques dans leur recherche (F. Pinard, communication personnelle).

L'intérêt des savoirs locaux pour la gestion des ressources naturelles, évoqués comme facteur d'adaptation des sociétés dans plusieurs projets, est un phénomène qui fait écho au Kenya. L'UMR INNOVATION par exemple collabore avec « "Prolinnova-Kenya" » (PROmoting Local INNOVation in ecologically-oriented agriculture and natural resource management), initiative non gouvernementale (B. Triomphe, communication personnelle). *The focus (of PK) is on recognising the dynamics of indigenous knowledge and enhancing capacities of farmers (including forest dwellers, pastoralists and fisherfolk) to adjust to change – to develop their own site-appropriate systems and*

*institutions of resource management so as to gain food security, sustain their livelihoods and safeguard the environment.*

L'arrivée programmée de F. Sinclair à l'ICRAF, (Sinclair and Walker, 1998<sup>(1)</sup> ; Walker and Sinclair, 1998<sup>(2)</sup>) devrait renforcer les compétences locales en matière de traitement des savoirs locaux.

<sup>(1)</sup> Sinclair, F.L. and Walker, D.H. (1998). *Acquiring qualitative knowledge about complex agroecosystems. Part 1: Representation as natural language. Agricultural Systems*, 56(3): 341-363.

<sup>(2)</sup> Walker, D.H. and Sinclair, F.L. (1998). *Acquiring qualitative knowledge about complex agroecosystems. Part 2: formal representation. Agricultural Systems* 56(3):365-386.

Dans la représentation proposée des SSE (Annexe IV), la capacité adaptative est considérée comme une propriété endogène des sociétés, confrontée à des contraintes ou sollicitations exogènes, parmi lesquels les gouvernances d'ordre publique ou privées. Cette représentation s'applique à la plupart des espaces et territoires concernés par les projets et amène aux questions abordées dans le projet JOLISAA. Dans le cas de la gestion de l'eau à l'échelle du bassin hydrique d'une rivière toutefois (projet MULTICAP), c'est la gestion d'une ressource par plusieurs sociétés et niveaux de gouvernance qui est abordée. D'un point de vue biophysique, cette question renvoie à celle de l'interdépendance entre écosystèmes.

Les communautés végétales arborées (ACACIAGUM, FOREIAM), herbacées des systèmes à couverture végétale permanente (CA2Africa) ou mixtes dans les systèmes agro-forestiers caféiers (CAFNET) concourent à la fourniture de services multiples parmi lesquels la régulation des flux hydriques. Dans le cas des forêts (FOREIAM) et des systèmes caféiers ce service s'adresse aux populations présentes sur les bassins de production, mais aussi aux SSE situés en aval du bassin versant, « les zones rurales et les centres urbains » (proposition de P. Vaast). L'interdépendance des écosystèmes vis-à-vis de l'eau est donc une question partagée par les disciplines bio-physiques et les sciences sociales et humaines (SHS) mobilisées au Kenya.

Toute action comme l'introduction d'organismes génétiquement modifiés, de variétés résistantes, d'une biodiversité végétale aux espaces de la parcelle et/ou de la culture se traduit par une modification des ressources (trophique, habitat) pour les arthropodes herbivores ravageurs et pollinisateurs, ainsi que pour les insectes de niveau trophique supérieur parasitoïdes et prédateurs (projet de P. Silvie). Compte-tenu des dynamiques spatio-temporelles des populations, ces changements sont susceptibles d'altérer les fonctions de productivité et de régulation d'écosystèmes connectés, naturels ou cultivés, y compris les périmètres irrigués maraichers. Outre l'intérêt local vis-à-vis des productions maraichères, l'application de barrières physico-chimiques (projet de T. Martin) permet de rompre une interdépendance préjudiciable, i.e. la séquence d'hôtes, pour certains ravageurs polyphages. Le CIRAD n'est pas le seul organisme français se proposant d'intervenir sur ces questions au Kenya. L'IRD s'intéresse à l'effet du changement climatique sur les services de régulation de ravageurs et de pollinisation avec deux projets : ICES (Impacts of Climate Change on Ecosystem Services in the Eastern Afri-montane Biodiversity Hotspot) et PCA (Predicting climate change induced vulnerability of African agricultural systems to major insect pests through advanced insect phenology modeling, and decision aid development for adaptation planning). Tous ces projets sont accueillis à l'ICIPE.

La restauration et la gestion de la fertilité des sols mobilisent les communautés microbiennes et la macrofaune du sol (MICROBES) en relation avec les ressources fournies par les plantes fixatrices d'azote (ACACIAGUM, FOREIAM, CA2Africa), les résidus de récolte (CA2Africa) et les déjections animales. Les services fournis en matière de cycle de l'azote

intéressent principalement l'espace de la parcelle. Toutefois, d'autres écosystèmes peuvent être connectés à la parcelle par l'intermédiaire des animaux d'élevage (parcours, alimentation hors sol) ou encore sous l'action directe des agriculteurs, à l'exemple de l'épandage de litière prélevée en forêt (P. Titttonell, communication personnelle). Pour toutes ces études, la présence du TSBF-CIAT (Tropical Soil Biology and Fertility Institute) représente un atout majeur en faveur du Kenya. Sur place, un laboratoire de microbiologie des sols offre toutes les facilités d'analyse classiques en microbiologie mais aussi en biologie moléculaire afin d'identifier les souches de rhizobium contenues dans les nodosités des légumineuses ou caractériser les communautés bactériennes et fongiques fonctionnelles du sol par rapport au cycle de l'azote (D. Lesueur, communication personnelle).

Vis-à-vis des agricultures familiales, le défi de « l'intensification écologique » est bien de produire plus et de façon régulière grâce à un recours accru aux services des écosystèmes. Pour la recherche agronomique, « produire autrement » suppose d'observer différemment les processus mis en œuvre dans la production. Cette nouvelle façon d'opérer contraint en particulier à considérer le système « sol-plante-atmosphère » comme un système biologique ouvert du fait d'une utilisation limitée, voir nulle, des pesticides, engrais chimiques et de l'irrigation.

D'un côté, la communauté internationale admet que des écosystèmes aussi distincts que les forêts tropicales, les océans ou les régions industrielles des pays développés sont reliés au travers du cycle émission/séquestration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère. De l'autre, les travaux conventionnels en agronomie considèrent les territoires (parcelle, exploitation, bassin de production etc.) comme des systèmes ouverts d'un point de vue social (main d'œuvre, marchés, politiques etc.) mais fermés d'un point de vue biophysique. Ce qui ressort de l'analyse produite à partir des travaux et propositions des chercheurs, c'est que cette posture n'est pas pertinente en regard de l'objectif de piloter les services des écosystèmes. Compte-tenu des travaux en cours et des projections, trois facteurs d'interdépendance entre écosystèmes sont identifiés, l'eau, les bioagresseurs (arthropodes) et la biomasse.

Les modèles prédictifs en matière de changement climatique s'accordent sur une augmentation du caractère instable des conditions climatiques avec des épisodes secs plus marqués, des saisons pluvieuses plus irrégulières et une occurrence accrue d'événements catastrophiques du type sécheresse ou au contraire pluies diluviennes. Durant les dernières décennies, l'Afrique de l'Est a été fortement affectée par la sécheresse occasionnant des crises alimentaires récurrentes. Les groupes sociaux considérés ont donc déjà élaboré des mécanismes d'adaptation aux variations climatiques qui sont structurelles de leur mode de vie et de production mais ils sont également soumis à bien d'autres facteurs de transformation - sociaux, économiques, politiques ou écologiques. Alors qu'ils disposent d'un savoir approfondi sur les écosystèmes qu'ils pilotent en regard d'indicateurs subjectifs, les chercheurs disposent au contraire d'un savoir objectif mais partiel. Cette dissymétrie d'information et de connaissance rend nécessaire une approche participative et pluridisciplinaire de l'adaptation aux changements.

La proposition de projet scientifique pourrait s'énoncer comme :

**Interdépendance entre écosystèmes, biodiversité fonctionnelle et adaptation des sociétés aux changements**

**Titre court : Dynamique des écosystèmes cultivés tropicaux**

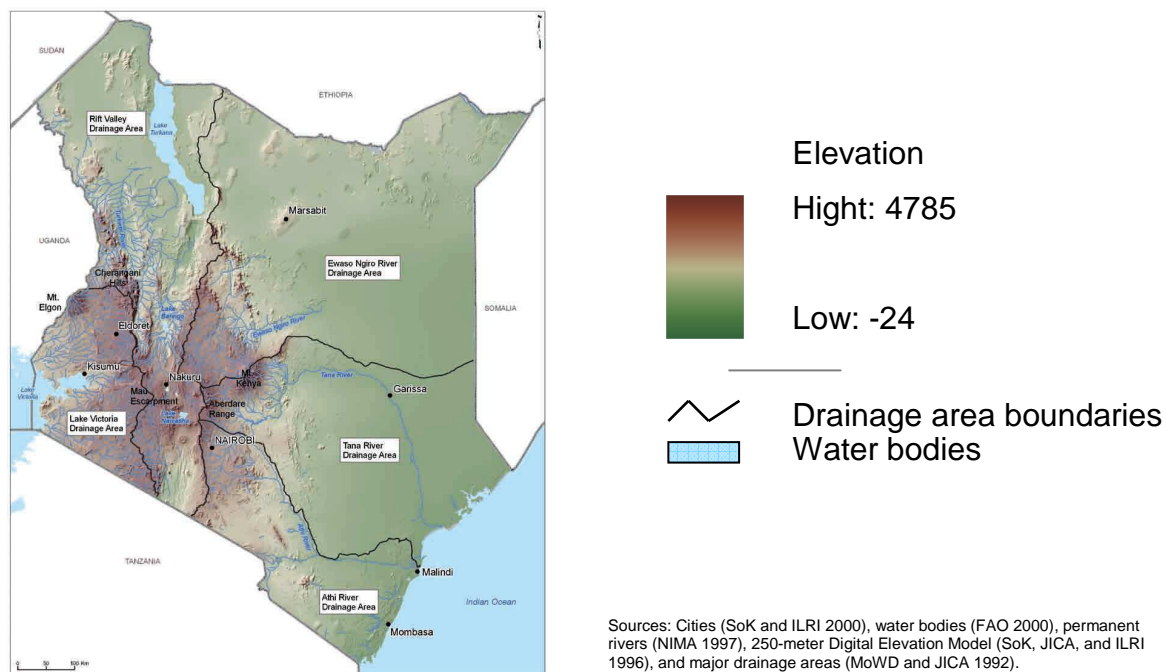


Ce projet d'envisager la complexité selon le double aspect des sciences biophysiques et sociales est ambitieux. Il trouve toutefois sa légitimité au Kenya en raison de la concentration exceptionnelle de chercheurs qu'on y trouve en Afrique.

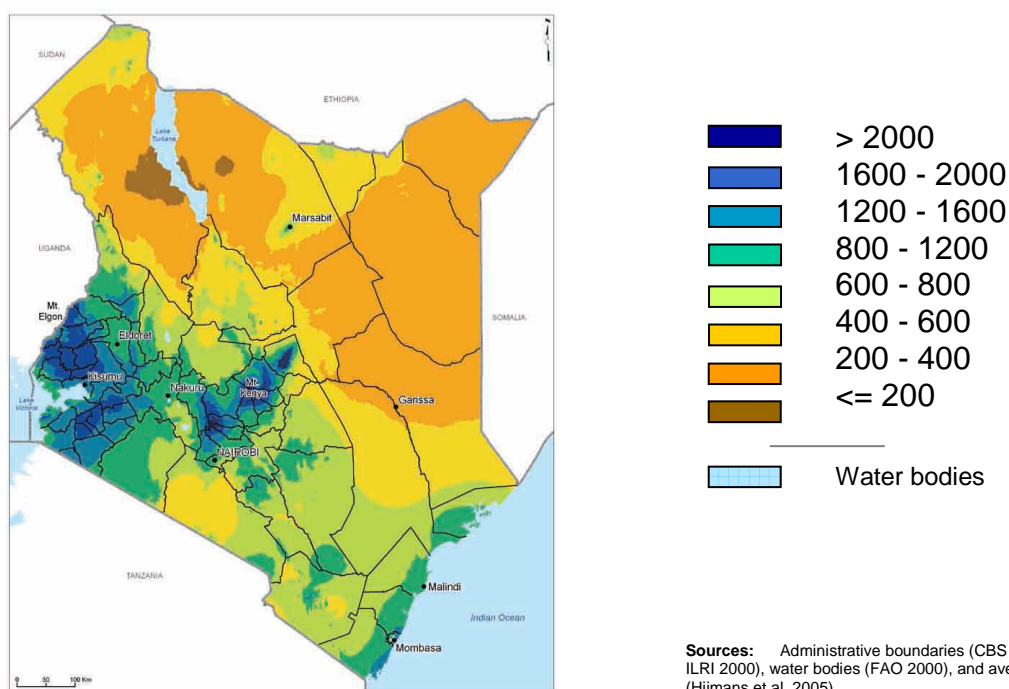
Je remercie tout particulièrement Denis Depommier pour son aide, ainsi que l'ensemble des contributeurs, au premier rang desquels B. Bertrand, D. Lesueur, T. Martin, F. Pinard, P. Silvie et P. Vaast.

## Annexes 1 : Diversité des milieux biophysiques

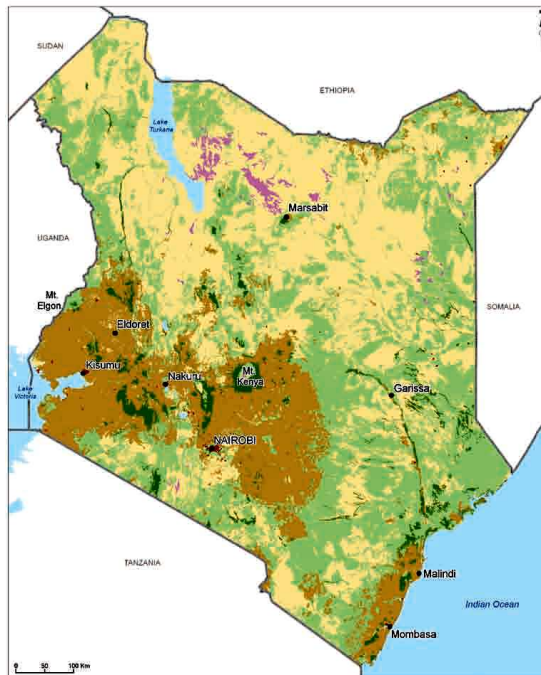
### Carte 1 : Elevation and major drainage areas



### Carte 2 : Average annual rainfall (millimeters)



### Carte 3 : Ecosystem types

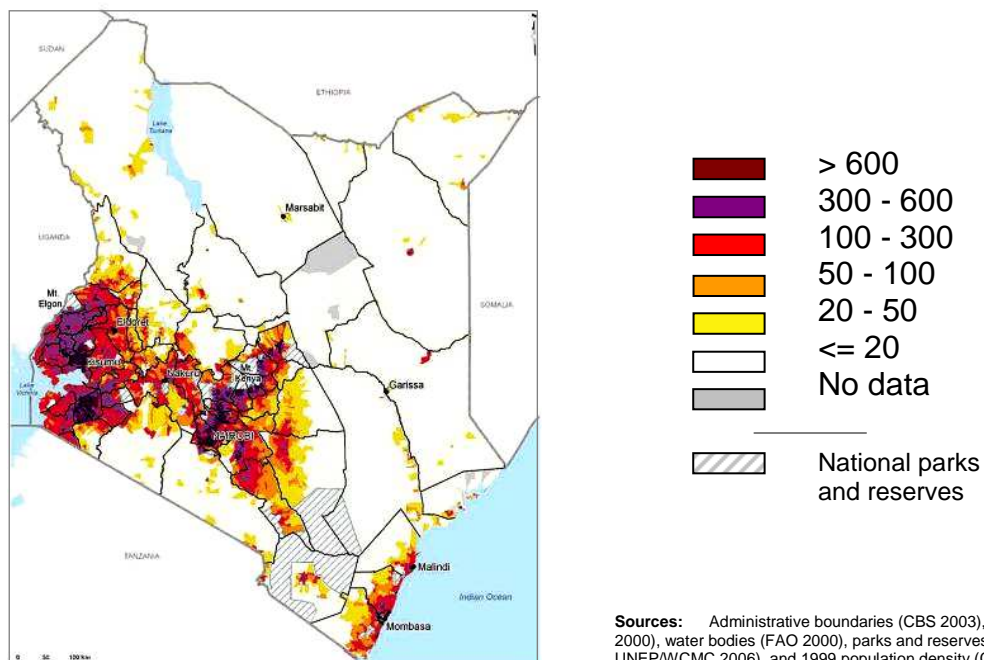


- Forest (F)
- Bush and woodland (BW)
- Cropland (C)
- Savanna and grassland (SG)
- Bare areas

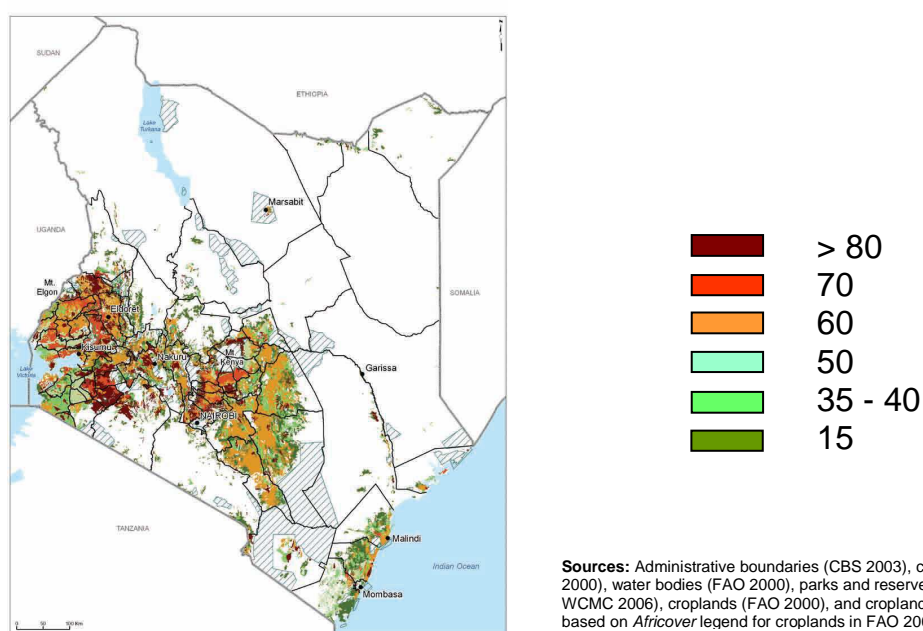
**Sources:** Cities (SoK and ILRI, 2000), water bodies (FAO, 2000), and major ecosystem types (FAO, 2000)

## Annexes 2 : Le milieu humain

**Carte 1 : Population density** (number of people per km<sup>2</sup>)



**Carte 2 : Cropland intensity** (% of land under cultivation in 2000)



## Annexe 3 : Projets coordonnés par le CIRAD ou l'associant en Afrique orientale

### D. Depommier (Directeur CIRAD-AFORA)

PROJETS & BAILLEURS	EQUIPES CIRAD	PRINCIPAUX PARTENAIRES	OBJECTIFS & CONTENU
<b>ACACIAGUM</b> <i>« Innovative management of Acacia Senegal trees to improve resource productivity and gum-arabic production in arid and semi-arid sub-Saharan Africa »</i>  Union Européenne (INCO DEV) Durée: 2007-11	<ul style="list-style-type: none"> <li>- UPR 80 : Fonctionnement et pilotage des écosystèmes de plantations (Coord. Projet : Lesueur Didier, en poste à Nairobi)</li> <li>- UPR 39 : Diversité génétique et amélioration des espèces forestières</li> </ul> Dpts PERSYST & BIOS	<u><b>Kenya</b></u> - KEFRI (Kenya Forestry Research Institute) <u>Cameroun</u> - IRAD / PRASAC <u>Niger</u> - Université de Niamey <u>Sénégal</u> - ISRA & UCAD  <u>Europe</u> - IRD/UR SeqBio, France - University of Wageningen, Pays-Bas - Centre for Ecology and Hydro., UK	Améliorer la gestion et les usages d' <i>Acacia senegal</i> et contribuer au maintien de l'équilibre environnemental (fertilité du sol, biodiversité) et au bien-être des populations locales (revenus). Plus spécifiquement rassembler l'information sur les savoirs locaux et comprendre les relations entre acteurs de la filière gomme afin d'améliorer la performance du système; caractériser l'impact des conditions environnementales et de gestion de l'arbre sur la production de gomme; étudier sa variabilité génétique et les relations arbre-sol-symbiontes/cycle de l'azote
<b>FOREAIM</b> <i>“Bridging restoration and multi-functionality in degraded forest landscape of Eastern Africa and Indian Ocean Islands”</i>  Union Européenne (INCO DEV) Durée: 2005-09  En voie d'achèvement	<ul style="list-style-type: none"> <li>- UPR 39: Diversité génétique et amélioration des espèces forestières (Coord. Projet : Bouvet Jean-Marc)</li> <li>- UPR 80 : Fonctionnement et pilotage des écosystèmes de plantations (dont Lesueur Didier, en poste à Nairobi)</li> <li>- UPR 70 : Gestion des forêts malgaches et de leur biodiversité</li> <li>- UMR Innovations</li> </ul> Dptss BIOS, ES & PERSYST	<u><b>Kenya</b></u> - KEFRI (Kenya Forestry Research Institute) - MOI University <u>Ouganda</u> - University of Makerere  <u>Madagascar</u> - FOFIFA - Université d'Antananarivo <u>France</u> - IRD/UR SeqBio	Mettre en place des méthodes visant à réduire la pauvreté et améliorer le niveau de vie de la population rurale et d'élaborer des stratégies de restauration des forêts en zones humides et semi humides . Plus spécifiquement i/ contribuer à la restauration des forêts par les savoirs locaux et des outils pratiques de gestion avec la participation de tous les acteurs, ii/apporter une réponse aux questions sociales, économiques et politiques pour accroître l'emploi et le niveau de vie des communautés locales.

<p><b>ATP ICARE</b>  <i>« Impact de l'ouverture des marchés sur la dynamique territoriale des régions d'élevage en Afrique de l'Ouest et de l'Est »</i></p> <p>Action Thématique Programmée du CIRAD  Durée : 2007-09</p> <p>En voie d'achèvement</p>	<p>- UPR 18 : Systèmes d'élevage et produits animaux</p> <p>Dpt ES</p>	<p><u>Ethiopie</u>  - ILRI-Addis  <u>Kenya</u>  - ILRI-Nairobi  <u>Sénégal</u>  - ISRA-BAME  <u>Mali</u>  - IER</p>	<p>Mieux comprendre l'impact de de l'ouverture des marchés sur la localisation des activités d'élevage et la dynamique territoriale des régions d'élevage ; analyse des politiques commerciales et autres politiques publiques dans ce contexte</p>
<p><b>MICROBES</b>  <i>« Microbial observatories for the management of soil Ecosystem services in the tropics »</i></p> <p>Agence Nationale de Recherche (ANR)  Durée : 2006-09</p> <p>En voie d'achèvement</p>	<p>- UPR 80 : Fonctionnement et pilotage des écosystèmes de plantations (dont Lesueur Didier, en poste à Nairobi)</p> <p>Dpt PERSYST</p>	<p><u>Kenya</u>  - TSBF - CIAT (Tropical Soil Biology and Fertility Institute)  - Kenyatta University  <u>Burkina-Faso</u>  - INERA  <u>Congo</u>  - UR2PI  <u>Madagascar</u>  - FOFIFA  <u>Sénégal</u>  - ISRA  <u>France</u>  - IRD/UR SeqBio, Coord. du projet  - UMR 128  - UR Géode  - GSF-IES</p>	<p>Le programme Microbes concerne les agro-écosystèmes tropicaux. Il étudie les services écosystémiques des sols et tout particulièrement la fonction de décomposition de la matière organique (CO<sub>2</sub>), les émissions de N<sub>2</sub>O. Il cible tous les acteurs biologiques de ces fonctions en caractérisant l'assemblage de ses différentes composantes avec un effort très important porté à la composante microbienne en développant une approche polyphasique (abondance, activité, diversité génétique et fonctionnelle). Le programme pose la question de l'impact des changements de la diversité microbienne sur les services écosystémiques des sols. Il explore la possibilité de manipuler ces services par les ressources organiques.</p>

<p><b>CAFNET</b>  <b><i>Coffee Agroforestry Network</i></b>  <b><i>“Connecting, enhancing and sustaining environmental services and market values of coffee agroforestry in Central America, East Africa &amp; India”</i></b></p> <p>Union Européenne (FED)  Durée: 2007-10</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>UPR 31</b> : Maîtrise des bioagresseurs des cultures pérennes (dont Pinard Fabrice, en poste à Nairobi)</li> <li>- <b>UPR 36</b> : Ressources forestières et politiques publiques</li> <li>- <b>UPR 80</b> : Fonctionnement et pilotage des écosystèmes de plantation (coord.)</li> </ul> <p>Dpts BIOS, PERSYST &amp; ES</p>	<p><u>Afrique orientale</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Institut de recherche &amp; coopératives du <b>Kenya</b>, d’Uganda, et du Rwanda (CRF, NARO/CORI, ISAR, NUCAFE, OCIR)</li> <li>- <b>ICRAF, Kenya</b></li> </ul> <p><u>Amérique centrale</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- CATIE</li> <li>- PROMECAFE et associations nat</li> </ul> <p><u>Inde</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Coffee Board of India &amp; cooperatives of Kodagu District</li> <li>- College of Forestry, Ponnampet, Kodagu District</li> <li>- Institut français de Pondichéry</li> <li>- KMFT (Kodagu Model Forest Trust)</li> <li>- University of Agricultural Science, Bangalore</li> </ul> <p><u>Europe</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Swedish University of Agric Science</li> <li>- The School of Agriculture and Forest Sciences, University of Wales, UK</li> <li>- The Swedish Biodiv Center (CBM)</li> </ul>	<p>Harmoniser les besoins des acteurs avec des recommandations scientifiques sur la gestion durable du café dans la prise de décision au niveau des exploitations</p> <p>Etendre et intégrer les résultats biophysicaux économiques et environnementaux du niveau ferme au niveau territorial</p> <p>Lier des apports durables de gestion et d'environnement a la rémunération appropriée des producteurs par le biais d'expansion du marché et de politiques rigoureuses environnementales</p>
---	--	---	---

<p><b>BBI</b>  <b><i>“Biotechnology and Biodiversity Interface/ Environmental Risk Assessment of Genetically Engineered Sorghum in Mali and Kenya”</i></b></p> <p>USAID s/c ICRISAT  Durée: 2006-09</p> <p>S’est achevé en oct 2009</p>	<p>- UMR DAP : Diversité et Amélioration des plantes (Coord. Projet : Christian Baron)</p> <p>Dpt BIOS</p>	<p><u><b>Kenya</b></u></p> <p>- ICRISAT (Intern. Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics)</p> <p>- KARI (Kenya Agric. Research Institute)</p> <p>- University of Nairobi</p> <p><u>Afrique du Sud</u></p> <p>- University of Free State</p> <p><u>Mali</u></p> <p>- ICRISAT</p> <p>- Université de Bamako</p> <p>- IER</p> <p><u>Allemagne</u></p> <p>- University of Hohenheim</p>	<p>Evaluation et gestion des risques environnementaux liés à la possible introduction de sorghos génétiquement modifiés au Mali et au Kenya.</p>
<p><b>AIDA</b>  <b><i>“Agricultural Innovations in Dryland Africa”</i></b></p> <p>Union Européenne (INCO-DEV)  Durée: 2006-09</p> <p>En voie d’achèvement</p>	<p>- UPR 8: Agrobiodiversité des plantes de savanes (Coord. Projet : Danièle Clavel)</p> <p>Dpt BIOS</p>	<p><u><b>Kenya</b></u></p> <p>- University of Nairobi</p> <p><u>Ouganda</u></p> <p>- RUFORUM (Regional Univ. Forum for capacity building in agriculture)</p> <p><u>Malawi</u></p> <p>- University of Malawi</p> <p><u>Ghana</u></p> <p>- FARA</p> <p><u>Niger</u></p> <p>- AGRHYMET Regional Center</p> <p><u>Europe</u></p> <p>- CTA, Wageningen, Pays-Bas</p> <p>- Plant Research International, University of Wageningen</p>	<p>Analyse critique &amp; comparative des initiatives africaines, succès et échecs, en matière de développement agricole en zones sèches ; recherche d’identifiants-clefs pour aider à guider les décideurs politiques et bailleurs pour une meilleure allocation des ressources au service d’un développement agricole durable.</p>

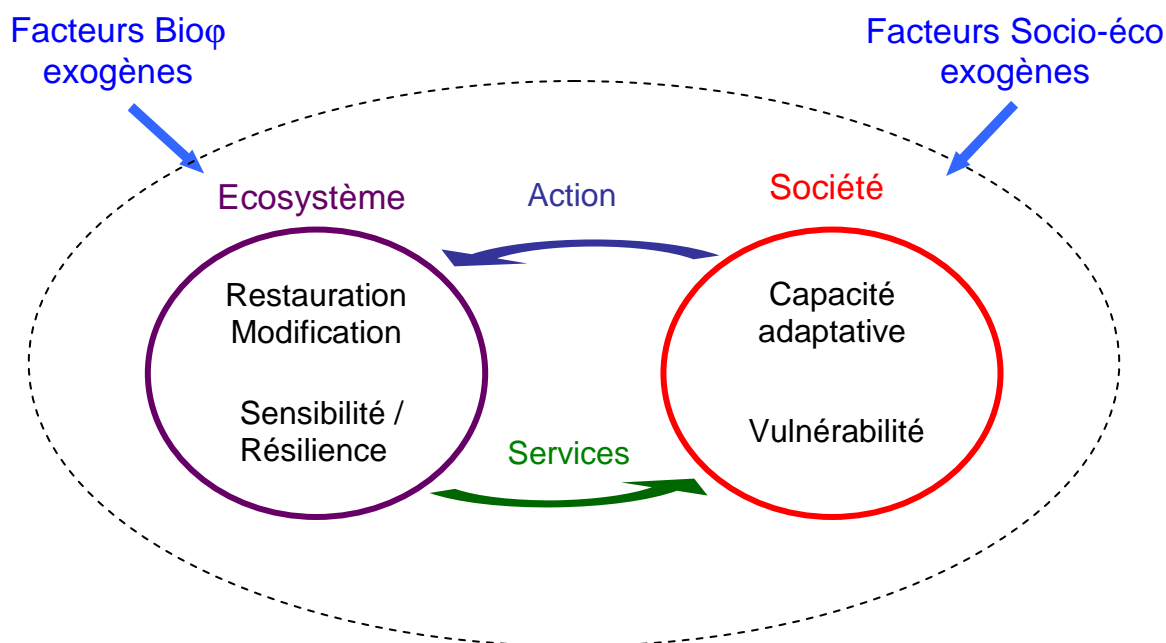


<p><b>ATP</b> "Reproduire des plantes, reproduire une société" (<b>RPRS</b>)</p> <p>Action Thématique Programmée du CIRAD</p> <p>Durée : 2006-09</p> <p>S'est achevé en oct 2009</p>	<p>- UPR 67 : Gestion des ressources génétiques Christian et dynamiques sociales (Coord. Projet : Leclerc)</p> <p>Dpt BIOS</p>	<p><u><b>Kenya</b></u></p> <p>- KARI (Kenya Agricultural Research Institute)/Embu Reg. Centre</p> <p>- ICRISAT (Intern. Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics)</p> <p>- IFRA (Institut Français de recherche en Afrique)</p>	<p>Description et analyse de la diversité des ressources génétiques du sorgho et du mil sur le versant Est du Mont Kenya.</p> <p>Identification des facteurs sociaux impliqués dans la structuration de la diversité. Développement d'une méthodologie avec l'anthropologie sociale et la génétique des populations applicable aux mécanismes de diffusion et d'appropriation du matériel végétal et au lien entretenu entre diversité culturelle et diversité biologique.</p>
<p><b>JOLISAA</b></p> <p><i>Joint Learning about Innovation in African Agriculture</i></p> <p>Union Européenne (FP7/ICPC)</p> <p>Durée : 2010-13</p> <p>En voie de démarrage</p>	<p><b>UMR Innovation</b> (Coord. Projet Bernard Triomphe)</p>	<p><u>Afrique du Sud</u></p> <p>- Université de Pretoria</p> <p><u><b>Kenya</b></u></p> <p>- KARI</p> <p><u>Bénin</u></p> <p>- Université d'Abomey</p> <p><u>Europe/Pays-Bas</u></p> <p>- Université de Wageningen, WUR</p> <p>- Stichting ETC</p> <p>- ICRA</p>	<p>Evaluer et apprendre ensemble les expériences africaines récentes en matière d'innovation agricole, de connaissance à partager dans le but d'identifier des priorités concrètes pour la recherche et les politiques et satisfaire les besoins et demandes des petits producteurs et autres acteurs du monde rural</p>
<p><b>FSD</b> de Développement de l'aquaculture dans la région de Kisumu (Ouest Kenya)</p> <p>Durée : 2010-13</p> <p>En voie de démarrage</p>	<p>- UPR Aquaculture (Coord. Projet Nicolas Mikolasek)</p> <p>Dpt PERSYST</p>	<p><u><b>Kenya</b></u></p> <p>- KEMFRI, Kenya Marine and Fisheries Research Institute</p> <p>- Moi University</p>	<p>Renforcer la sécurité alimentaire et lutter contre la pauvreté en promouvant une aquaculture marchande de petite et moyenne échelle en s'appuyant sur le développement d'une aquaculture commerciale à vocation industrielle. Développer en partenariat des systèmes techniques et organisationnels de pisciculture rentable intégrés aux activités agricoles et économiques du producteur et capables de valoriser les opportunités d'un territoire - par le canal d'une recherche action</p>

			Remarque : FSD similaire est acquis pour la région de en Ouganda, avec l'union des coopératives de pêche, CAPA
<b>CA2Africa</b> <i>“Conservation agriculture in Africa : Analysing and Foreseeing its impact: Comprehending its adoption”</i>  Union Européenne (FP7/ICPC)  Durée : 2010-13  En voie de démarrage	- UPR SCA : Systèmes de cultures annuels (Coord : Marc Corbeels)  Dpt PERSYST	<u><b>Kenya</b></u> - ACT, African Conservation Tillage <u>Zimbabwe</u> - TSBF-CIAT - CIMMYT <u>Burkina Faso</u> - INERA <u>Tunisie</u> - ICARDA <u>Maroc</u> - INRA  <u>Europe</u> - Pays-Bas/Wageningen University - Allemagne/ZALF - Espagne/CSIC	Evaluer et partager les acquis de l'agriculture de conservation en Afrique, les conditions socio-économiques et biophysiques d'adoption et de développement de ses techniques par les agriculteurs, afin de mieux définir en amont les besoins et priorités de la recherche
<b>Picrevat</b> « Prévisibilité de l'information climatique pour la réduction de la vulnérabilité de l'agriculture tropicale »  ANR  2009-2012	Centre de Recherches de Climatologie, UMR 5210 CNRS/Université de Bourgogne, CEREGE, ICPAC / Nairobi  C.Baron et F.Sagnard	<u>Nord-Cameroun</u>  <u>Argentine</u>  <u><b>Kenya-Tanzanie</b></u>	L'objectif scientifique de PICREVAT est de confronter la prévision probabiliste des cumuls pluviométriques saisonniers, et les besoins des agriculteurs afin d'accroître leur capacité d'adaptation. PICREVAT repose sur une approche multi-disciplinaire : (i) évaluation des attentes, des besoins en information climatique et transmission de cette dernière vers les utilisateurs finaux ; (ii) analyse du forçage climatique sur les rendements agricoles à plusieurs échelles spatio-temporelles ; (iii) analyse de la prévisibilité potentielle de l'information climatique impliquée dans les rendements agricoles et/ou attendue par les utilisateurs finaux. Cette triple approche est déclinée sur 3 espaces différents (Nord-Cameroun

			(coton, mil, sorgho), Argentine (soja, maïs), Kenya-Tanzanie (sorgho, riz pluvial)) où les structures agricoles, la vulnérabilité, la capacité d'adaptation et l'intensité du forçage climatique potentiellement prévisible sont différents. Le CRC est concerné par la région Kenya-Tanzanie.
<b>MULTICAP (soumis)</b>  « Developing multi scale stakeholder capacity for integrated management of natural resources and sustainable development in Africa »	UPR Green (Patrick d'Aquino)	<u>CTA &amp; ITC (The Netherlands), IIED England,</u>  <u>CORAF, RUFOROM, INERA, KARI etc...</u>	<p>The overall objective is to enhance the abilities of stakeholders, including scientists and policy makers, to implement technological innovations more fitted to their local context and to implement suitable institutional support for the scaling out of these innovations. Innovations will cope with food security, livelihood improvement and the imperatives of economic and ecological sustainability.</p> <p>The major technological issues of water and natural resources management for Africa will be handled :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- water, salinity and land multi-use management of river basins in dryland zone (Niger basin: Mali, Niger and Burkina Faso; Nile basin: Ethiopia and Kenya);</li> <li>- sustainable multi uses of trees in peri-urban systems and in dry hinterlands (Burkina Faso, Senegal and Kenya);</li> </ul>

**Figure 1 : Système socio-écologique**



Inspired by : (Locatelli et al., 2008) et (Dounias et al., 2009)

**Figure 2 : Ecosystem services (the Benefits People Derive from Ecosystems)**

**PROVISIONING SERVICES**  
*Products obtained from ecosystems*

Food	Fresh water
Fiber	Fuel wood
Genetic resources	Biochemical

**REGULATING SERVICES**  
*Benefits obtained from regulation of ecosystem processes*

Climate regulation	Water regulation
Disease regulation	Water purification

**CULTURAL SERVICES**  
*Nonmaterial benefits obtained from ecosystems*

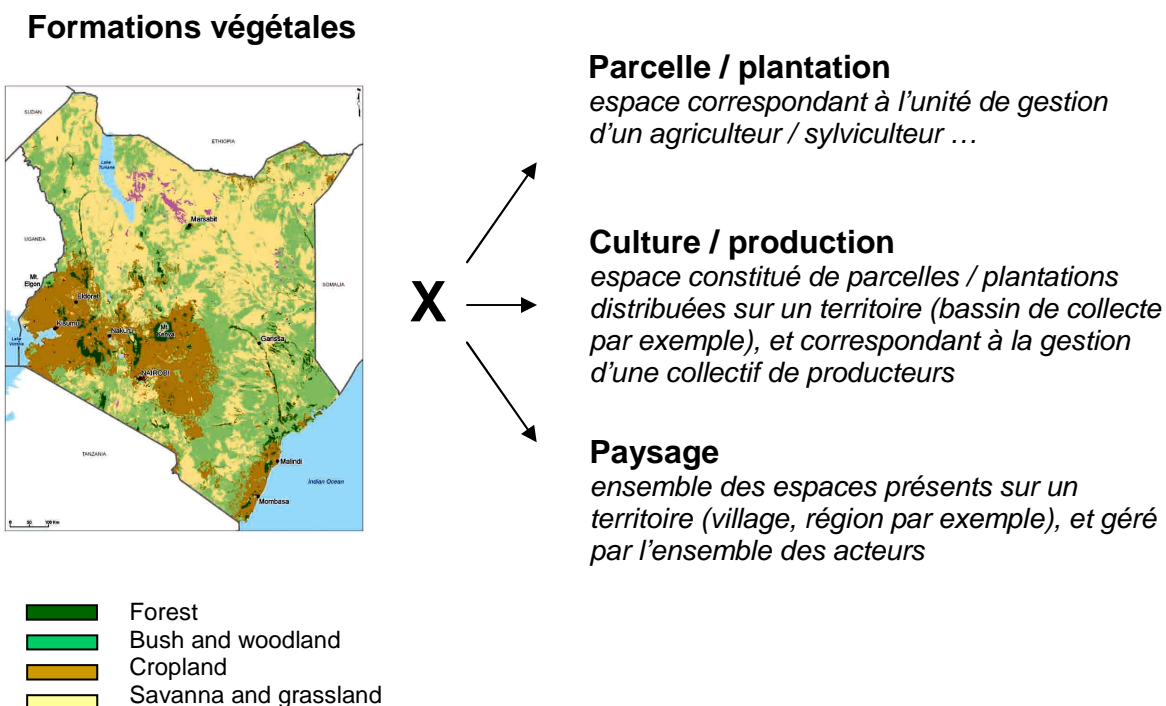
Spiritual and religious	
Recreation and ecotourism	
Aesthetic	Educational
Inspirational	Sense of place
	Cultural heritage

**SUPPORTING SERVICES**  
*Services necessary for the production of all other ecosystem services*

Soil formation	Primary production
Nutrient cycling	

Source: (Millenium Assessment, 2003)

## Figure 3 : Ecosystèmes considérés



## Références

Locatelli, B., Kanninen, M., Brockhaus, M., Colfer, C.J.P., Murdiyarso, D. and Santoso, H. 2008. Facing an uncertain future: How forests and people can adapt to climate change. Forest Perspectives no. 5. CIFOR, Bogor, Indonesia, 97 p.

Dounias, E., Clouvel, P., Ickowicz, A., Ronzon, T., de Visscher, M.N. 2009. Atelier de Réflexion Prospective ADAGE (ADaptation de l'AGriculture et des Ecosystèmes anthropisés au changement climatique). Tâche 10 - Sociétés à agriculture de subsistance : Agro-pastoralisme, agriculture de subsistance. Edition en cours.

**Annexe 5 : Tableau récapitulatif des projets et propositions selon la grille d'analyse « système socio-écologique »**

Activités / Projets	Ecosystem				Properties	
	Type	Space			Sensitivity	Resilience
		Parcel / Plantation	Crop / Production	Landscape		
CIRAD						
Projets en cours 2009						
ACACIAGUM	Savanna and grassland	X		X		
FOREIAM	Forest	X		X	Soil μ&M community	
ATP ICARE	Savanna and grassland			X		
MICROBES	Cropland	X			Soil μ&M community	
CAFNET	Cropland	X		X		
BBI	Cropland			X	Gene fluxes	
AIDA						
ATP RPRS				X		
Projets en démarrage						
JOLISAA	Not determined yet					
FSD Aquaculture	Water bodies					
CA2Africa	Cropland	X				
PICREVAT	Cropland	X				
Thèse savoirs locaux UR102	Cropland	X		X		X
Propositions + projection						
UR 31						
F. Pinard	Cropland	X		X		
UR 80 / East Africa						
P. Vaast / ICRAF	Cropland	X		X		X
B. Bertrand (cor. Filière café)	Cropland	X		X		X

<b>UR 103</b> T. Martin / ICIPE	Cropland	X	X		Faunistic Evolution	
<b>UR 102</b> P. Silvie / ICIPE Agro-écologue / ICRAF, KARI Modélisation-spatialiation / KESREF	Cropland	X		X	Faunistic Evolution	X
	Cropland	X	X	X		
	Cropland		X			
	Cropeland (arid & 1/2arid)		X	X	X	X
<b>MULTICAP / KARI</b>  <b>IRD (actuel + projection)</b> ICES PCA / ICIPE P. Campagne / ICIPE <b>UR 72 (LEGS)</b>						
	Cropland		X		Faunistic evolution	
	Cropland		X		Faunistic evolution	
	Cropland		X	X		X
	Cropland		X	X	Faunistic Evolution	X

Activités	Ecosystem Services										
	Provision			Support			Regulation				Cultural
	Food	Fiber	Fuel wood	Bio-chemical	Soil form.	Prim. prod.	Nut. cycl.	Pest	Water	Climate	Crop pollination
<b>CIRAD</b>											
<b>Projets 2009</b>											
ACACIAGUM	gum arabic				X		Nitrogen				
FOREIAM			X				Nitrogen				
ATP ICARE	cattle breed										
MICROBES	Maize, legume						Mineralization				
CAFNET	coffee							fungus / anthracnose			
BBI	sorghum										
AIDA	X										
ATP RPRS	Sorghum, millet										
<b>En démarrage</b>											
JOLISAA	Not determined yet										
FSD Aquaculture	fish										
CA2Africa	X						Mineralisation		Water flow		
PICREVAT	cereal										
Thèse UR102	X						X	X			
<b>Propositions</b>											
<b>UR 31</b>											
F. Pinard	X										
<b>UR 80</b>											
P. Vaast / ICRAF	coffee	X	X			X		X	X		
B. Bertrand	X	X	X					X		C storage	



<b>UR 103</b> T. Martin / ICIPE  <b>UR 102</b> P. Silvie / ICIPE Agro-écologue Mod-spat  MULTICAP / KARI  <b>IRD</b> ICES PCA / ICIPE P. Campagne / ICIPE <b>UR 72 (LEGS)</b>	X					X			
	cereal	cotton				nat. enemies			
	X		X	X	X	X	X		
	sugar cane								
	X	X	X						X
	cereal					nat enemies			X
	cereal					nat enemies			
	maize								
	cereal					nat. enemies			

Activités	Bioφ exogenous	Action		Society		
		Modification Introduction	Reorganization Restoration	Traits Productivity	Income	Employment
<b>CIRAD</b>						
<b>Projets 2009</b>						
ACACIAGUM		Legume tree			X	
FOREIAM			Recolonization		X	X
ATP ICARE					X	X
MICROBES		Legume, intercropping				
CAFNET		Agroforestry, genetic		x	X	X
BBI	GMO introduction					
AIDA				X	X	X
ATP RPRS				X		
<b>En démarrage</b>						
JOLISAA	Not determined yet			X	X	
FSD Aquaculture		Fish breeding			X	X
CA2Africa		Conserv. Agric.		X	X	
PICREVAT	Seasonal climate			X		
Thèse UR102				X		
<b>Propositions</b>						
<b>UR 31</b>						
F. Pinard				X	X	X
<b>UR 80</b>						
P. Vaast / ICRAF	Climate change	Agroforestry			X	
B. Bertrand	Climate change	Conserv. Agri, Agroforestry		X	X	
<b>UR 103</b>						

T. Martin / ICIPE		Physical nets		X	X	
<b>UR 102</b>						
P. Silvie / ICIPE	GMO introduction	Biodiversity	Landscape	X		
Agro-écologue				X		
Mod-spat					X	
MULTICAP / KARI	Climate change			X	X	X
<b>IRD</b>						
ICES	Climate change					
PCA / ICIPE	Climate change			X		
P. Campagne / ICIPE	GMO introduction					
<b>UR 72 (LEGS)</b>	Climate change					

Activités	Society Vulnerability	Adaptative capacity	Socio-éco exogenous Impacting factors
<b>CIRAD</b>			
<b>Projets 2009</b>			
ACACIAGUM	Biodiversity & fertility loss	Local knowledge / practices	Chain performance
FOREIAM	Biodiversity & fertility loss	Local knowledge / organization	Legislation / protection
ATP ICARE	Land use efficiency	Local dynamics	Market / Public policy
MICROBES	Soil services		
CAFNET	Sustainability / income	Practices / market	Market / Public policy
BBI	Pest pressure		
AIDA	Ressource use efficiency		Development projects
ATP RPRS	Genetic diversity	Seed local transfer and appropriation	
<b>En démarrage</b>			
JOLISAA	Not determied yet	Innovation processes	
FSD Aquaculture	Food & cash supply	Diversification	Chain integrated development
CA2Africa	Soil fertility loss	Cultural practice	
PICREVAT	Climate dependancy	Cultural practices	Weather forecast
Thèse UR102	Biodiversity & fertility loss	Local knowledge / lanscape organization	
<b>Propositions</b>			
<b>UR 31</b>			
F. Pinard	Sustainability	Farmer perception vs Innovation	Market / Public policy
<b>UR 80</b>			
P. Vaast / ICRAF	Climate dependency	Cultural Practice	Eco certification / Public policy
B. Bertrand	Climate dependancy	Cultural Practice + organization	Public policy & funding
<b>UR 103</b>			

T. Martin / ICIPE	Pesticide vs. market & health		
<b>UR 102</b>			
P. Silvie / ICIPE	Pest pressure increase		
Agro-écologue	Biodiversity & fertility loss	Individual & collective action	
Mod-spat	Chain supply / quality management	Programing, expectation	Spatial information
MULTICAP / KARI	Constraints to innovation / adaptation	Local knowledge & Innovation	Public policy
<b>IRD</b>			
ICES	Pest pressure increase		
PCA / ICIPE	Pest pressure increase	Local knowledge	
P. Campagne / ICIPE	Pest Resistance to Bt		
<b>UR 72 (LEGS)</b>			